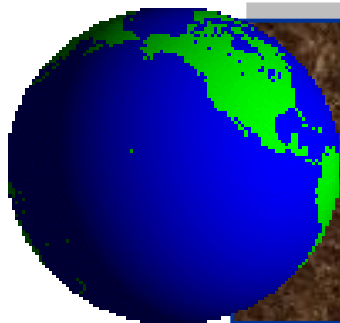


中国计算机技术的现状 和面临的挑战



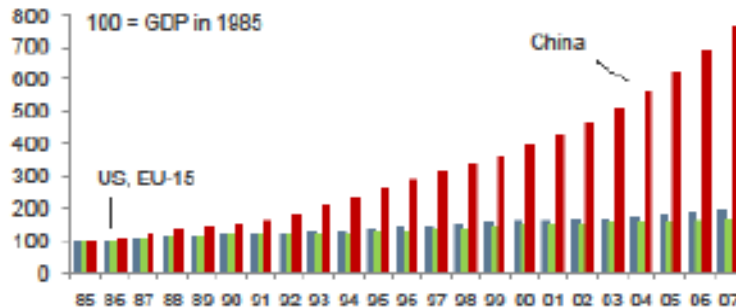
李国杰
中科院计算所
2011.08.18

中国计算机技术发展现状

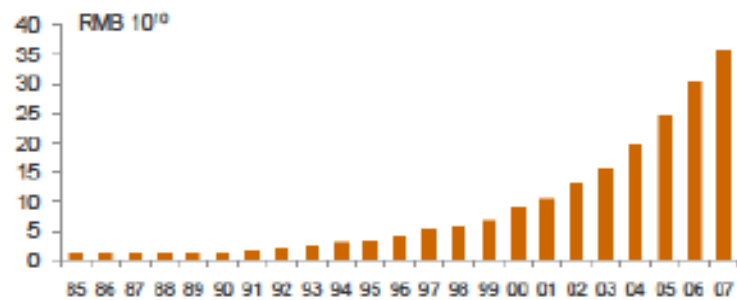
中国的研发投入和产出在增长

Where Does Innovation Happen? China's Growing Importance as a Market and as a Source of Technology

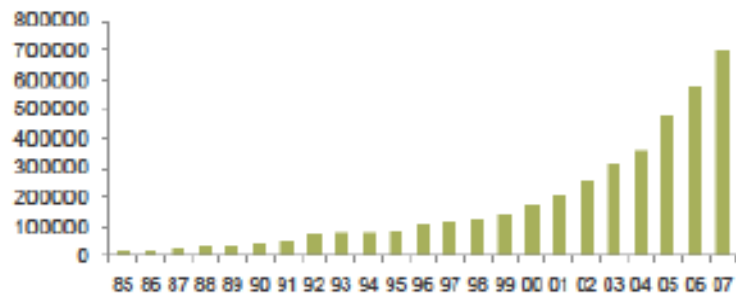
GDP Growth in China (vs US, EU)



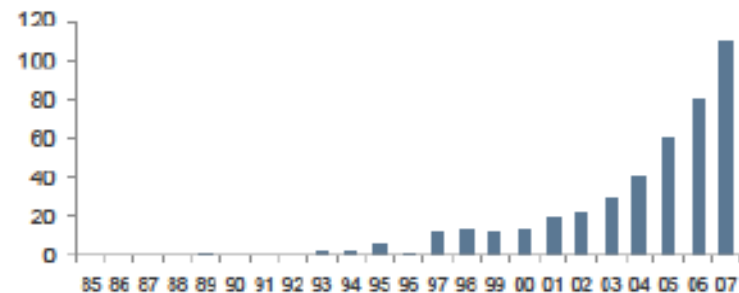
R&D Expenditures in China



Patent Applications in China



New R&D Labs in China per Year



中国信息技术应用进步很快

- 过去10年，中国的信息技术和应用发展很快。移动电话用户数，由2000年的8526万增加至2010年的**8亿5900万**；计算机拥有量由2000年的2200万台增加至2010年的**2.6亿台**。
- 互联网网民数由2001年初的2250万人增加至2010年12月底的4.57亿人（2011年6月底，达到**4.85亿**）；2010年底，中国国际出口带宽达到**1,099Gbps**，10年间增长了**392倍**，但平均每个网民只有**2.4Kbps**，香港的1/10。
- 2006至2008年，中国信息化发展指数（ IDI_{CN} ）年均增长速度为**13.30%**，居世界**第5位**，是世界平均增长水平的**2倍**。中国在信息化的可接入性和可使用性方面，是全球进步最快的国家，但仍处于全球中间偏低的水平，居世界**第42位**。

中国基础研究经费投入情况

- 2010年我国R&D经费支出**6980亿元**，比上年增长20.3%，占国内生产总值的**1.75%**，其中基础研究经费**328亿元**。全年国家安排了**326项**科技支撑计划课题，**308项**“863”计划课题。2010年中央财政支出中，科学技术支出为**1728.3亿元**，比上年增长**14.3%**。
- 我国基础研究经费投入近10年增长了近**6倍**，2009年已达**270.3亿元**，但占R&D（研究与开发）总经费的比重仍不足**5%**，远低于一些发展中大国；
- 2009年国家财政基础研究支出共**228.6亿元**，其中中央本级财政共支出**208.6亿元**，占财政基础研究科目经费的**91.3%**。近5年来，中央本级财政科技支出中用于基础研究科目的支出比例基本保持在**14%**左右。
- 过去5年，科学基金运用国家财政投入超过**300亿元**，这一数字比“十五”增加**两倍**；2011年中央财政投入科学基金达到**120亿元**，比上年增长**16%**以上。

真正用于基础研究的投入太少

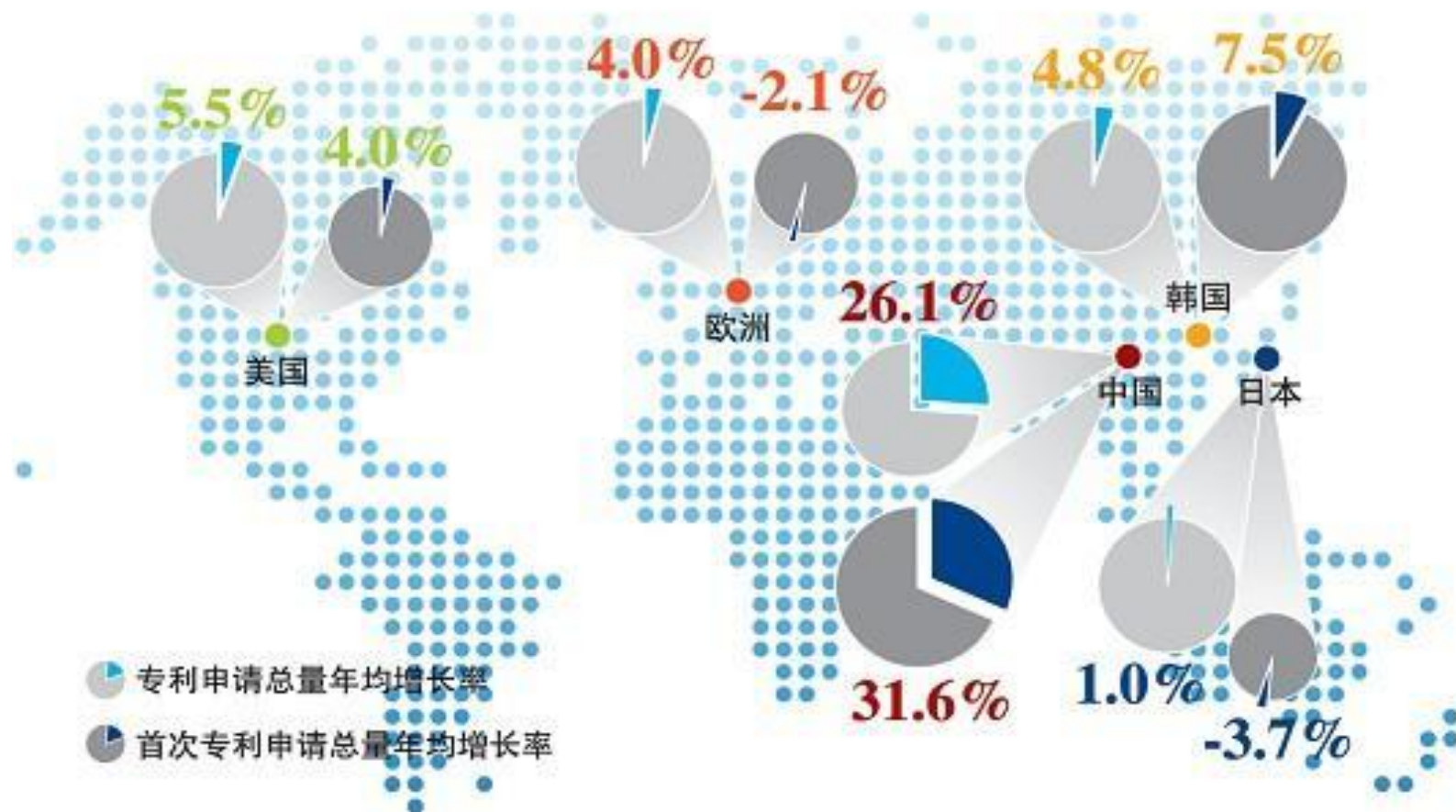
- 2010年全国R&D人员折合全时当量达**252万人年**，比上年增长10%。我国已成为世界第一的科技人力资源大国。
- 根据科技部对2009年研究机构承担国家自然科学基金课题进行统计，课题资金**59%**用于基础研究，**35%**用于应用研究，**5%**用于试验发展。
- 2009年在研的973课题资金**77%**用于基础研究，**22%**用于应用研究，还有1%用于试验发展。
- “重点实验室及相关设施”经费支持的国家重点实验室实际上分为三类：以基础研究为主的实验室只占**20%**左右，以应用基础研究为主的约占**50%**左右，以工程科学应用研究为主的约占**30%**左右。

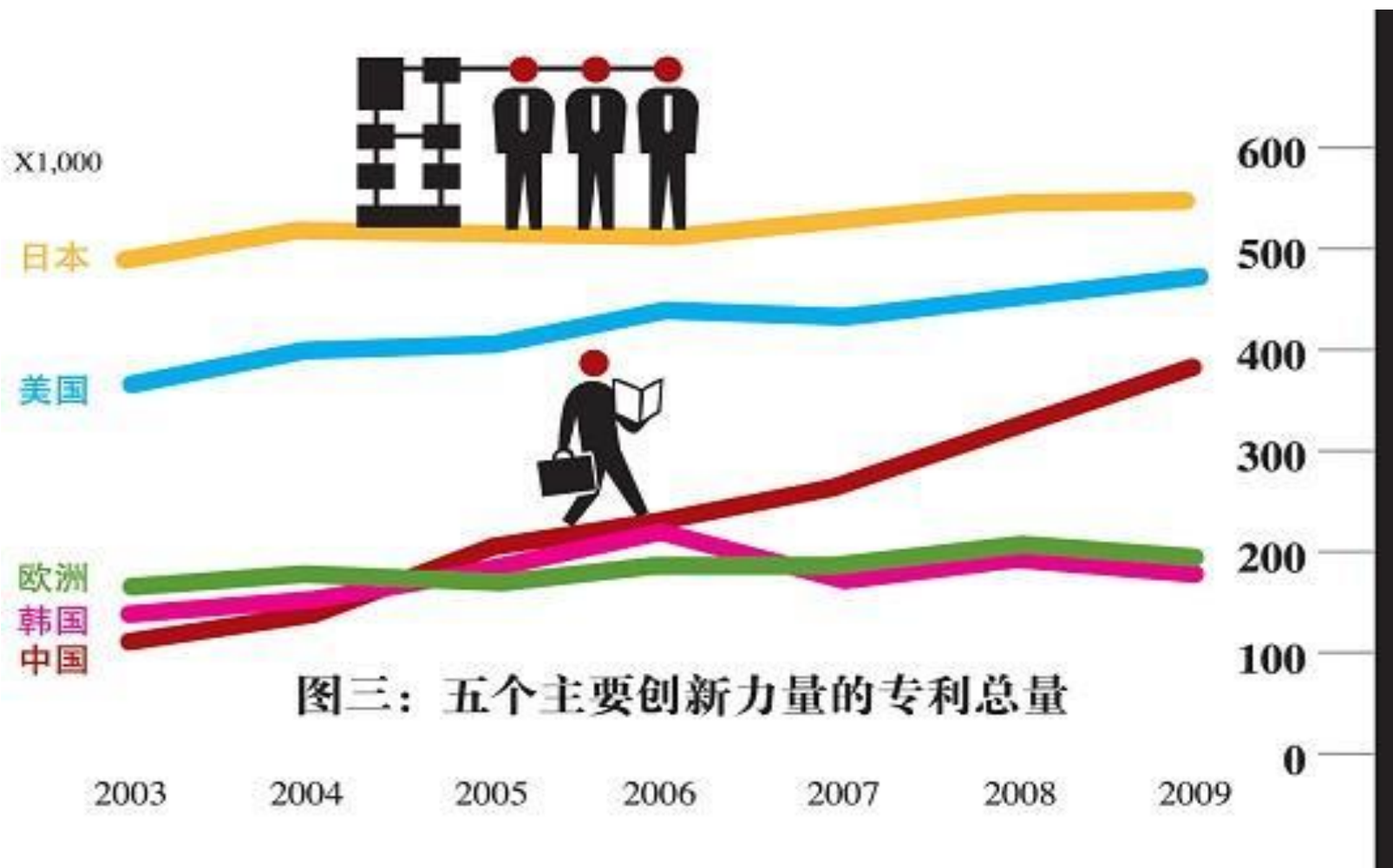
我国专利申请和授权情况

- 2010年我国受理境内外专利申请122.2万件，其中境内申请108.4万件，占88.7%。受理境内外发明专利申请**39.1万**件，其中境内申请28.1万件，占71.9%。
- 2010年授予专利权81.5万件，其中境内授权71.9万件，占88.2%。授予发明专利权**13.5万**件，其中境内授权7.4万件，占54.8%。
- 截至年底，我国有效专利**221.6万**件，其中境内有效专利173.2万件，占78.2%；有效发明专利56.5万件，其中境内有效发明专利**23.0万件，占40.7%**。
- 2010年我国通过《专利合作条约》（PCT）申请的专利申请量超过**1.2万**件，排名已上升至世界**第四位**；年增长速度**56.2%**，在世界主要国家中排名第一。

中国专利申请总量增长很快

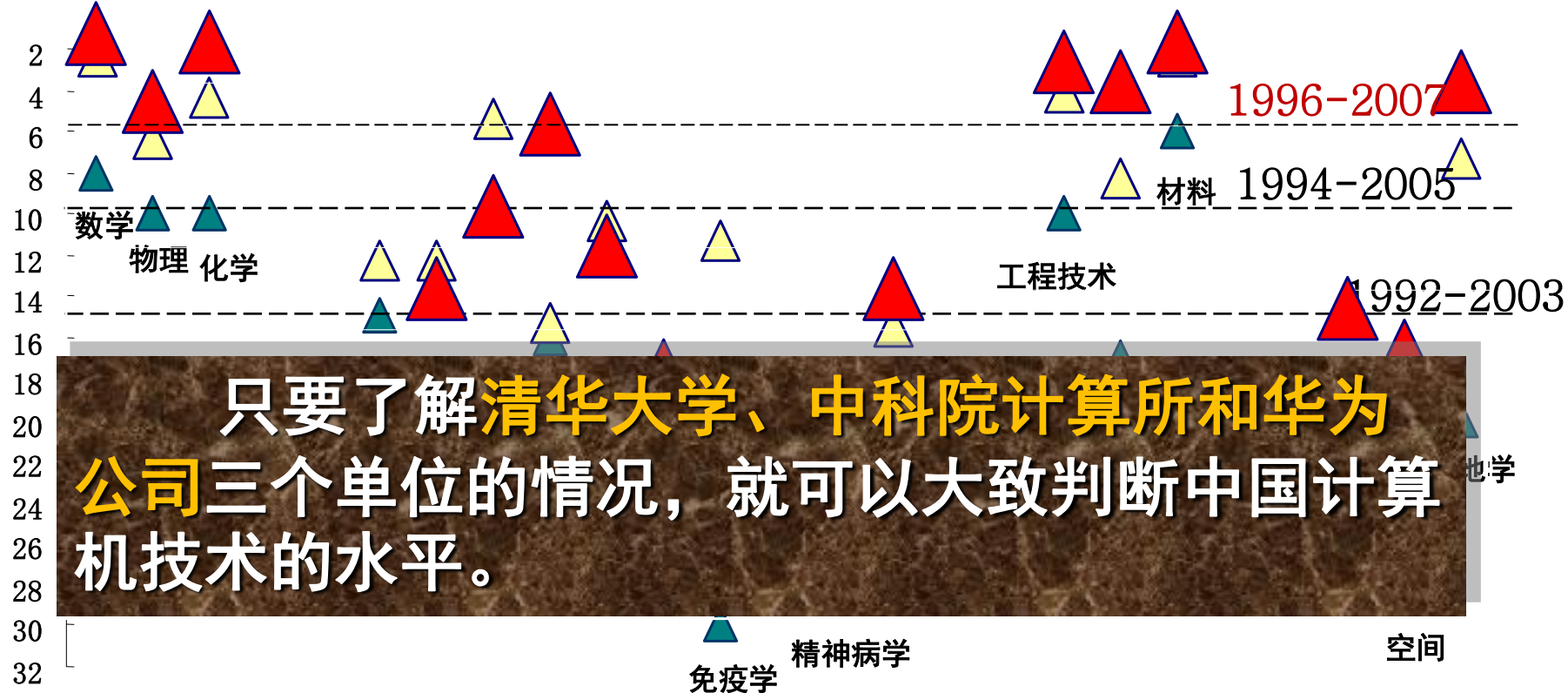
图二：2003-2009年五国/地区专利申请总量增长率





我国19个主要学科的世界综合排名提升趋势

世界排名



文献计量学分析：10年SCI论文和引文、高被引论文和引文，热点论文和引文等指标

上海交大发布的大学计算机专业排名

世界排名	学校*	国家/地区	Alumni得分	Award得分	HiCi得分	PUB得分	TOP得分	总分
1	斯坦福大学		90.7	86.6	100.0	80.9	97.9	100.0
2	麻省理工学院		54.2	100.0	89.2	87.8	89.3	94.8
3	加州大学-伯克利		100.0	96.8	42.9	76.7	86.1	82.7
4	普林斯顿大学		68.6	71.8	60.6	63.0	94.7	78.7
5	卡内基梅隆大学		42.0	79.1	55.3	85.4	75.4	76.4
52-75	清华大学		0	0	0	100	59	

按发文数量排，科学院计算机科学共发1927篇文章，排第5位

Essential Science Indicators Version 2.3 - Windows Internet Explorer

http://esi.isiknowledge.com/rankdatapage.cgi?thvalue=0&thresholdon=1&sortby=2&thvalue=0&option=I&search=Computer

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 收藏夹(A) 工具(T) 帮助(H)

Google 开始 已拦截 829 个 拼写检查 翻译 发送到 设置

Essential ... Special Topics 欢迎莅临水木... 新闻中心-搜狐 独家：姚晨夫... 扁家大反扑抖...

ISI Web of KnowledgeSM

Essential Science IndicatorsSM

WELCOME ? HELP RETURN TO MENU IN-CITES

INSTITUTION RANKINGS IN COMPUTER SCIENCE

Display items with at least: 0 Citation(s)

Sorted by: Papers SORT AGAIN

1 - 20 (of 330) Page 1 of 17

	View	Institution	Papers	Citations	Citations Per Paper
1	 	IBM CORP	3,282	19,657	5.99
2	 	UNIV ILLINOIS	2,175	11,513	5.29
3	 	MIT	2,174	17,613	8.10
4	 	AT&T	1,983	23,627	11.91
5	 	CHINESE ACAD SCI	1,927	3,174	1.65
6	 	STANFORD UNIV	1,844	16,927	9.18
7	 	CARNEGIE MELLON UNIV	1,822	7,594	4.17
8	 	UNIV CALIF BERKELEY	1,797	17,520	9.75
9	 	NATL UNIV SINGAPORE	1,795	5,610	3.13
10	 	INRIA	1,696	7,064	4.17
11	 	TSING HUA UNIV	1,637	2,867	1.75
12	 	UNIV MARYLAND	1,509	7,432	4.93
		NANYANG TECHNOL UNIV	1,485	2,004	2.08

QQ... Internet | 保护模式: 启用 100%

4 Windows ... 已发送邮件 - ... Essential Scie... 计算所 中科院计算机...

9:52

按平均被引率排，科学院计算机科学平均被引1.65次，
排第322位，（330个单位倒数第9）

Essential Science Indicators Version 2.3 - Windows Internet Explorer

http://esi.isiknowledge.com/rankdatapage.cgi?thvalue=0&thvalue=0&thresholdon=1&sortby=3&option=I&search=Computer

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 收藏夹(A) 工具(T) 帮助(H)

Google G 开始 已拦截 829 个 拼写检查 翻译 发送至 设置

Essential ... Special Topics 欢迎莅临水木... 新闻中心-搜狐 独家：姚晨夫... 扁家大反扑抖...

ISI Web of KnowledgeSM

Essential Science IndicatorsSM

WELCOME HELP RETURN TO MENU IN-CITES

INSTITUTION RANKINGS IN COMPUTER SCIENCE

Display items with at least: 0 Citation(s)

Sorted by: Citations per Paper SORT AGAIN

321 - 330 (of 330) Page 17 of 17

	View	Institution	Papers	Citations	Citations Per Paper
321	 	TOKYO INST TECHNOL	701	1,181	1.68
322	 	CHINESE ACAD SCI	1,927	3,174	1.65
323	 	TOHOKU UNIV	569	919	1.62
324	 	UNIV YORK	542	865	1.60
325	 	UNIV POLITECN VALENCIA	593	933	1.57
326	 	YONSEI UNIV	897	1,217	1.36
327	 	ZHEJIANG UNIV	1,035	1,383	1.34
328	 	RUSSIAN ACAD SCI	1,282	1,642	1.28
329	 	SHANGHAI JIAO TONG UNIV	1,134	1,095	0.97
330	 	KOREA UNIV	1,075	984	0.92

321 - 330 (of 330) Page 17 of 17

Copyright © 2009 The Thomson Corporation

QQ... Internet | 保护模式: 启用 100%

4 Windows L... 已发送邮件 - W... Essential Scien... 计算所 中科院计算机科...

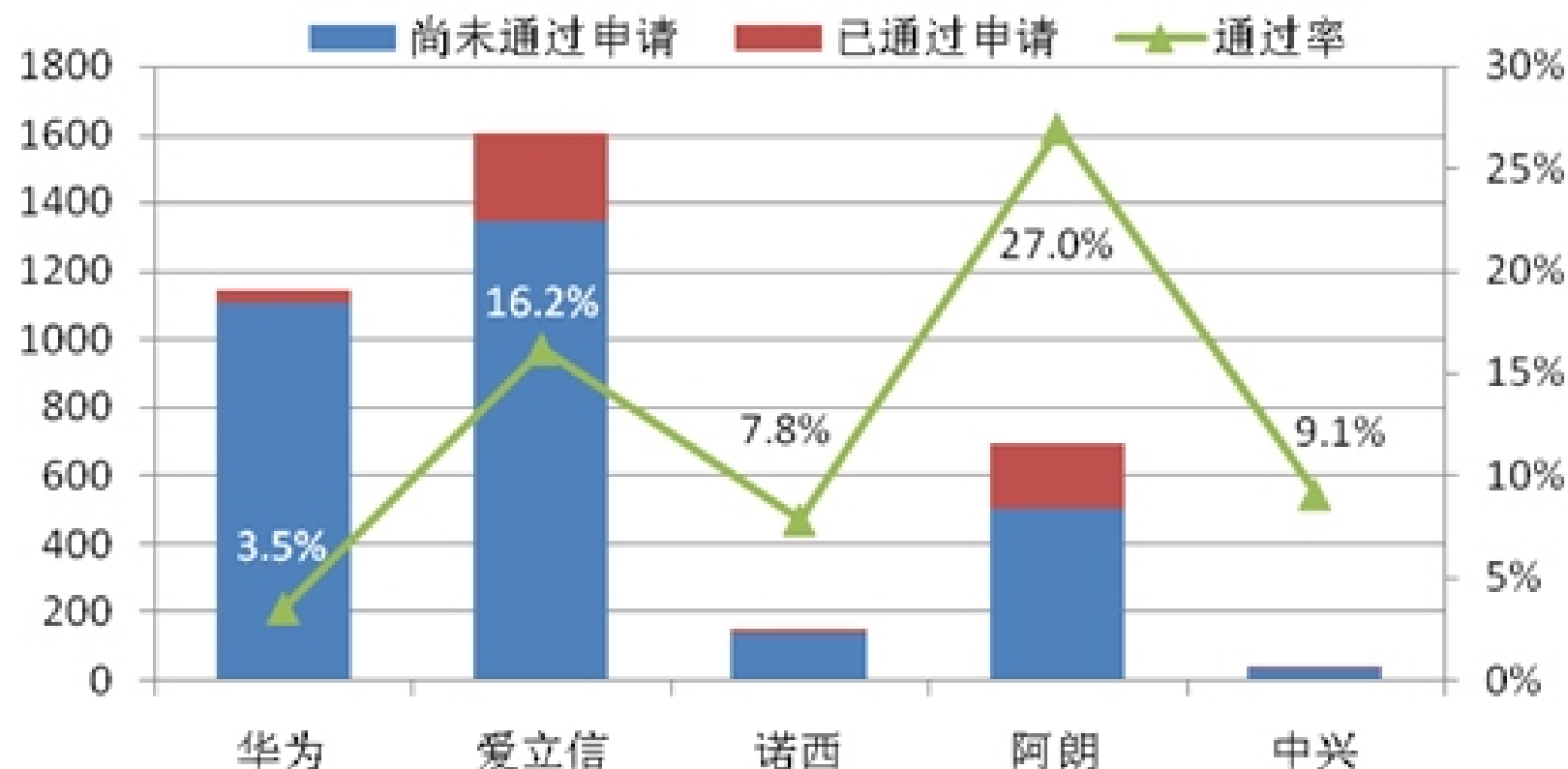
9:57

华为公司的专利和标准提案

- 2008年华为共发出**1737件PCT**专利申请，数量**全球第一**。09年6月第四周华为单周申请PCT专利数达到创记录的78件，平均每个工作日**15.6件**。截至2008年12月底，华为累计申请专利**35773件**。
- 华为坚持以不少于销售收入**10%**的费用和**43%**的员工投入研究开发，并将研发投入的**10%**用于前沿技术、核心技术以及基础技术的研究。华为的中央软件部、上海研究所、南京研究所和印度研究所均已通过国际软件质量管理最高等级认证——**CMM5级**认证。
- 在参与国际标准组织的标准制定中，2008年华为共提交了**4100多项**提案，其中光纤传输、接入网络、下一代网络等领域，提交了**1300多篇**提案；在核心网络、业务应用和无线接入领域提出了**2800多项**提案。

华为公司的国际专利通过率较低

2005-1-1 至 2009-7-31 各电信设备制造企业美国专利申请数量及通过数量



对中国计算机技术现状的基本判断

- 产业规模扩大，从业人员（研究人员）增加，但一流的科研人员很少，绝大多数研发人员在做模仿跟踪开发工作。
- 论文数量急剧增加，专利（包括PCT）数量增加，但论文水平低于国际同行平均水平，高影响力的论文很少。核心专利较少，多数专利没有发挥作用。
- **目前我国计算机技术只处在第二方阵前沿（发展中国家前沿），尚未进入第一方阵。**
- 几十年来，中国在计算机领域的基础研究上投入太少，中国计算机学者对计算机技术的进步还没有实质性贡献，未来10年能否对换代技术做出贡献有待于观念和科研体制机制的变化
- 技术与产业的良性生态环境还未形成，企业还没有成为技术创新的主体。

中国发展计算机技术 面临的挑战

第一项挑战：逐年增加的研发投入如何才能对我国计算机产业发展带来实质性的贡献？

必须有所不为才能有大的作为

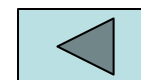
- 我国科技界对产业界的贡献不大，一个重要原因是“广种薄收”。国际上所有的科研方向国内几乎都有人在做，而每一个方向的小同行很少。 
- 大学和科研单位做了很多本该企业做的开发研究，这些研究成果其实企业也看不上。在大学和科研单位针对市场细分做的研究，大多没有实际意义，应提倡做可以创造10亿美元以上新市场的前瞻研究和基础研究。 
- 造成科研方向分散的另一个原因是科研没有Motivation，把发表论文当成科研的终极目标。以论文多少作为考核标准的科研评价制度加剧这种盲目的研究。所谓高引用率的论文也不应作为评价的唯一标准，最终要看对产业的影响。



2010年国家自然科学基金信息学部统计

金额单位：万元

科学部(学科)	受理申请		批准资助					资助率	
	项数	金额	项数	金额	资助金额比例		单项平均 资助金额	项数	金额
					占全委	占学部			
信息科学部	7240	1552510.882	1430	47301	10.45%	100.00%	33.08	19.75%	3.05%
电子学与信息系统	1843	63612.132	375	12467	2.76%	26.36%	33.25	20.35%	19.60%
自动化学科	1628	709945.8304	316	10102	2.23%	21.36%	31.97	19.41%	1.42%
半导体科学与信息器件	1501	57521.305	289	10945	2.42%	23.14%	37.87	19.25%	19.03%
计算机科学学科	2268	721431.6145	450	13787	3.05%	29.15%	30.64	19.84%	1.91%



我国科技界应有的的引领作用

从源头引领一个超过10亿美元的计算机产业

\$1B+ Industry

Berkeley
Caltech
CERN
CMU
Illinois
MIT
Purdue
Rochest.
Stanford
Tokyo
UCLA
Utah
Wisc.

1	Timesharing												
2	Client/server												
3	Graphics												
4	Entertainment												
5	Internet												
6	LANs												
7	Workstations												
8	GUI												
9	VLSI design												
10	RISC processors												
11	Relational DB												
12	Parallel DB												
13	Data mining												
14	Parallel computing												
15	RAID disk arrays												
16	Portable comm.												
17	World Wide Web												
18	Speech recognition												
19	Broadband last mile												
	Total												



Source:
*Innovation
in
Information
Technology*,
National
Research
Council
Press,
2003.

从企业的关键需求中寻找科学技术问题

- 受“两弹一星”的影响，长期以来我们习惯从“国家战略需求”（实际上是国家安全需求）中找课题，**很少从企业的关键需求中寻找科学技术问题。**
- 有些企业担心根据其关键需求研发的技术落入竞争对手手中，往往不愿意给大学和科研单位提供关键需求，造成企业自己解决不了，科研单位又帮不上忙。
- 其实，我国有些大企业现在已走到技术发展的前沿，有不少难关需要突破。华为公司已认识到这一点，最近与中科院计算所已商定在核心技术上进行长期战略合作。
- 我们的实践证明：**国家科研院所可以从企业的需求中发现重大科学技术问题，也能为企业带来巨大经济效益**（支付宝案例）。

案例分析：我国的HPC研制

- 高性能计算机已经成为我国排在航天之后的第二大科研业绩，但我国追求的目标不是应用效果和做强产业，而是TOP 500 排名第一。
- 20年来，863计划支持了几代HPC研制，但每次都是只出1/2或1/3的研制经费，要求研制单位落实用户，由用户出一半以上的研制经费，一直是把HPC采购当成科研。
- 我国进入世界TOP500的HPC已达62台，仅次于美国。2008年TOP500的HPC中有58台用于金融，70台用于工业制造，而我国只有一台超过10万亿次的计算机用于金融，几乎没有一台进入TOP500的计算机用于工业制造。
- HPC研制的状况是一面“镜子”，反映出我国科研工作（不仅仅是计算机科研）的许多深层次问题，值得我们深刻反思。

一种值得警惕的舆论倾向

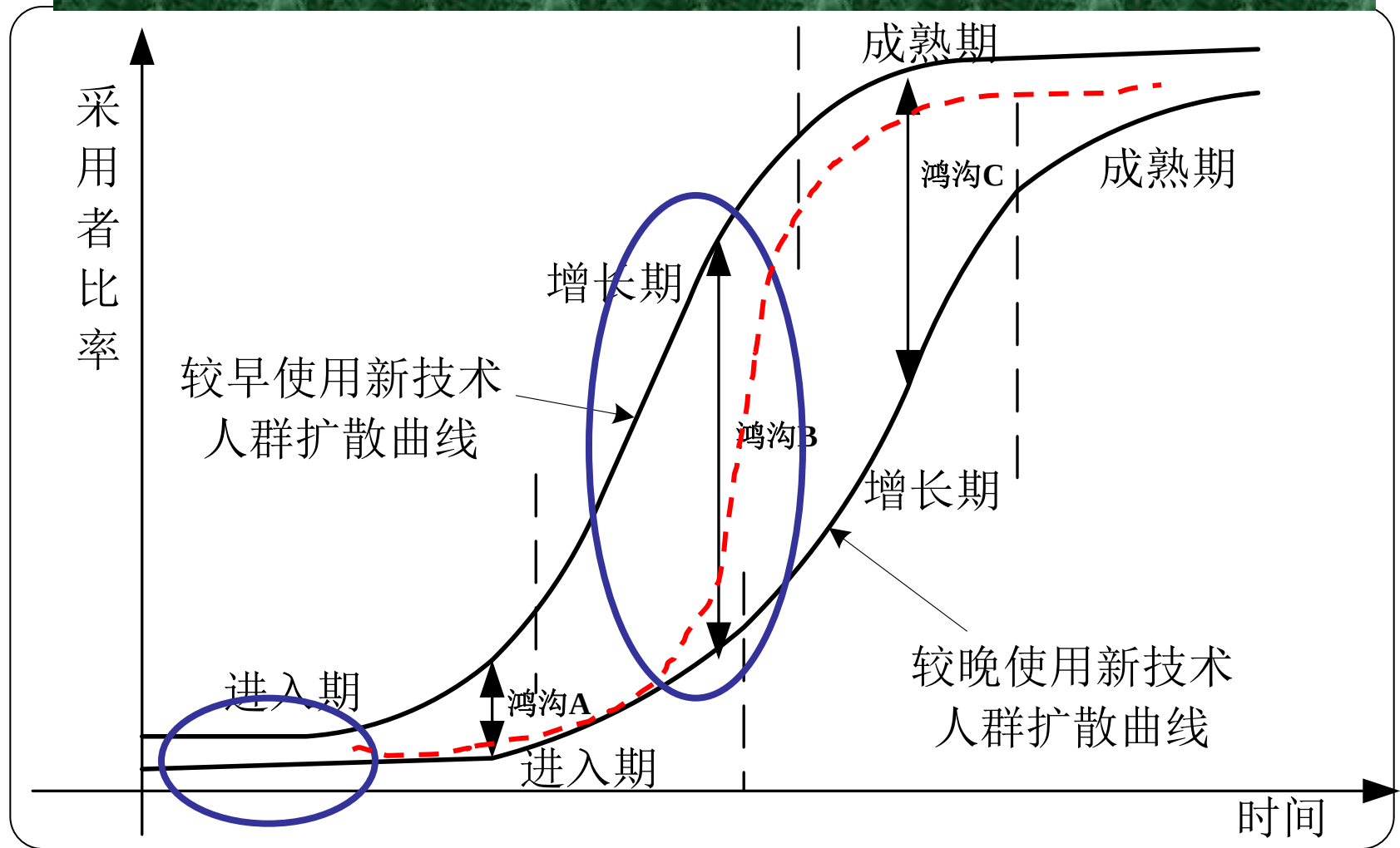
- 最近有一种舆论倾向，认为国家投给大学和科学院等科研单位很多经费，但对经济发展的贡献不大，表现之一是大学和科学院每年获得的专利许可费很少。企业从大学和科学院获得的技术转移也不多。
- 今年下半年国家要再次进行科技体制改革，据说改革的主要方向是进一步明确企业是技术创新的主体，解决科技经济两张皮问题。
- 科技体制确实需要进一步改革，问题是朝什么方向改？一种危险的倾向是在某些人的忽悠下，国家可能减少对科学院和大学的科技投入，将更多的国家科研经费直接投向企业。这是一种错误的政策导向，值得我们警惕。

第二项挑战：如何克服后发壁垒和后发劣势？

后发优势的作用变小 后发劣势的影响加大

- 过去我们经常强调后发优势，比如发展电话通信，中国就跳过了纵横开关直接进入数字通信。跟踪几十年以后，后发优势的加速作用已逐渐变小，现在发展信息技术和产业，更多的是遇到后发壁垒和后发劣势。
- 所谓“**后发壁垒**”主要是指已有的软件平台对用户的“锁定”，长期以来，国内企业只能在国外成熟的软件平台上开发应用软件，创新的空间较小。
- 开源软件的兴起为我国发展计算机技术和产业提供了新的机遇，但我国政府对开源社区几乎没有投入，我国对开源软件的贡献不大。有些企业不遵守开源软件的游戏规则，有些专家和官员对开源软件的认识有误区，我国一直没有形成在开源软件基础上按国际惯例发展软件产业的思路。

后发劣势造成差距扩大



对建立我国信息技术基础平台的冷静判断

- 通过十年的努力，我国在CPU和基础软件方面已经有了一定技术积累，对于我国而言，CPU和基础软件已经不是深不可测的禁区。再用**10左右**的时间，我们可以**大大提高**国防和政府部门信息基础设施的**安全性和自主可控性**，也很有可能在主流芯片和基础软件市场上**占有可观的一席之地**。信心比黄金还重要，**自信心是发展战略性新兴产业的前提，一定不能丢**。
- 同时，我们也要清醒地认识到，我国有少量单项技术（大多数还没有规模产业化）可能世界领先，但总体来讲我国的信息技术**还是以跟踪为主，离引领产业发展还有较大的距离，不能急于求成**。我们对自己目前的实力有了实事求是的认识，对长远的目标又有坚定的信心，就不会裹足不前，怀疑观望，也不会忽冷忽热，左右摇摆。

关键是软硬件协同发展

- Apple公司成功的主要经验是着力培育软硬件协同的产业生态环境，还不是只关注“Apple inside”。目前我国计算机产业链还是断裂的，“铁路警察，各管一段”，这种千层饼式的发展模式已经落后于时代。
- 最近几个月，“核高基”重大专项中芯片和基础软件的协同有些起色，但还需要加大协作力度。其实，发展自主可控的信息化核心技术和产业是一件事，不能分开成芯片和软件两件事。
- 所谓软硬件协同不是将已经开发好的基础软件简单地移植到国产硬件上，而是需要做大量**细致的优化磨合**工作，在技术上形成合力。
- 计算机领域已进入多个开放平台激烈竞争的局面，我们要抓住机遇，争取打造一个成为国际主流之一的基础平台。

第三项挑战：在未来10—15年内，中国学者能不能在计算机领域某个disruptive innovation 中起到引领作用？

摆脱“急功近利”才会有重大创新

- 在制定我国中长期科技发展战略时，就已认识到我国发展科技的主要问题是“急功近利”，但过分强调市场导向，过分偏重开发的倾向并没有得到纠正。
- 今后10-15年要想在某个方面的颠覆性创新中起到引领作用，必须改变一些根深蒂固的错误观念：发展中国家在技术追赶时基础前瞻研究偏低不可避免；企业技术水平低，做不了基础前瞻研究等。
- 日本在上世纪50年代（R&D强度只有1%）基础研究强度就达到20%。韩国1983年基础研究强度18%。
- 中国特别需要产业驱动的基础研究（前瞻研究），二十多年来学校教授主持的863计划对做强软件产业贡献不大。

必须切实加大基础前瞻研究的投入

- 基础研究对经济发展的贡献并不是我国政府经常说的“成果转化”，其“转化”路径十分复杂，有些是隐性的贡献，主要表现在增加有用知识的存量，训练人才等。
- 基础前瞻研究可以说是一国产业通向世界知识库的“门票”，使得企业有能力嵌入到全球知识网络，吸收利用其中知识和技能。
- 2009年我国基础研究：应用研究：试验发展=1 : 2.7 : 17.6
美国是 1 : 1.3 : 3.5； 韩国是 1 : 1.3 : 4.3
日本是 1 : 1.7 : 5.4； 俄国是 1 : 0.9 : 3.7
- 我国企业研发投入已占全国研发投入的73.26%，企业在基础研究中投入只占5.25%。美国企业占基础研究投入25%。

交叉研究需要科研教育体制的大改革

- 不空掉僵化的传统学科观的“杯子”,就无法注入交叉科学观的“新水”。从“单学科范式”到“交叉学科范式”转换,是**科研、教育、管理领域的一场革命**。
- 交叉科学研究要在现有科研和教育体制中立足,必须从深层突破以传统学科界限为基础的科研管理和学科组织模式,建立有利于交叉、开放和共享的运行机制,拓展科研和教学充分自由创造的空间。
- “分科”是小科学时期科学发展的主要动力, **“交叉”则是大科学时代科学发展的主要表征**。“大科学”时代将会越来越重视科学体系的统一性和完整性。国家学位委员会决定设立“**软件工程**”一级学科,学科越分越细,与科学发展的趋势背道而驰。

只有开放创新才会有重大突破

- 工业经济时代盛行封闭式创新（熊彼特理论），强调单位内部的力量和对知识产权的控制。21世纪开始的新经济时代强调开放式创新，提倡像使用内部创新资源一样使用外部创新资源。
- **开放式创新**是一种价值创新（不仅仅是技术创新），不强调对创新资源的所有和控制，而强调对创新资源的获取和重新配置，创新资源的流动交换和价值实现成为关注焦点。开放式创新已成为企业和科研单位生存发展的新范式。
- 在制定中长期科技发展规划时，曾有过“开放创新”与“自主创新”之争，为了在计算机技术发展中引领重大突破，必须转变观念，做好“开放式的自主创新”。



请批评指正！